

Rec'd PCT/JP0 14 SEP 2004
PCT/JP03/03178

日本国特許庁 10/506620
JAPAN PATENT OFFICE 03.04.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日
Date of Application:

2002年 7月12日

出願番号
Application Number:

特願2002-204318

[ST.10/C]:

[JP2002-204318]

出願人
Applicant(s):

独立行政法人産業技術総合研究所
ファインセラミックス技術研究組合

REC'D 05 JUN 2003

WIPO

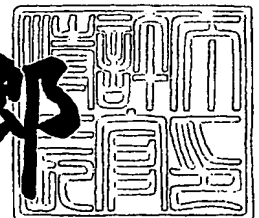
PCT

PRIORITY
DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 5月13日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



Best Available Copy

出証番号 出証特2003-3035950

【書類名】 特許願
【整理番号】 230N02078
【提出日】 平成14年 7月12日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 B01D 53/34
【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市守山区大字下志段味字穴ヶ洞 2 2 6 6 番
地の 9 8 独立行政法人産業技術総合研究所中部センタ
ー内

【氏名】 淡野 正信

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市守山区大字下志段味字穴ヶ洞 2 2 6 6 番
地の 9 8 独立行政法人産業技術総合研究所中部センタ
ー内

【氏名】 藤代 芳伸

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市守山区大字下志段味字穴ヶ洞 2 2 6 8 番
地の 1 志段味ヒューマンサイエンスパーク先端技術連
携リサーチセンター ファインセラミックス技術研究組
合シナジーセラミックス研究所内

【氏名】 片山 真吾

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市守山区大字下志段味字穴ヶ洞 2 2 6 8 番
地の 1 志段味ヒューマンサイエンスパーク先端技術連
携リサーチセンター ファインセラミックス技術研究組
合シナジーセラミックス研究所内

【氏名】 平松 拓也

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市守山区大字下志段味字穴ヶ洞 2 2 6 8 番

地の1 志段味ヒューマンサイエンスパーク先端技術連
携リサーチセンター ファインセラミックス技術研究組
合シナジーセラミックス研究所内

【氏名】 塩野 修

【特許出願人】

【持分】 050/100

【識別番号】 301021533

【氏名又は名称】 独立行政法人産業技術総合研究所

【代表者】 吉川 弘之

【特許出願人】

【持分】 050/100

【識別番号】 595167889

【氏名又は名称】 ファインセラミックス技術研究組合

【代理人】

【識別番号】 100102004

【弁理士】

【氏名又は名称】 須藤 政彦

【電話番号】 03-5202-7423

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 053327

【納付金額】 10,500円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【その他】 国等以外の全ての者の持分の割合 050/100 国
等の委託研究の成果に係る特許出願（平成13年度、経
済産業省、新エネルギー・産業技術総合開発機構委託研
究「シナジーセラミックス」、産業活力再生特別措置法

第30条の適用を受けるもの)

【プルーフの要否】

要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 窒素酸化物の除去方法及びそのシステム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 窒素酸化物を分解あるいは除去する電気化学セルにより排ガス中の窒素酸化物を除去する方法であって、

(1) 燃焼器からの排ガスを、予め、当該排ガスの温度が上昇するまでの低温域で窒素酸化物を吸着し、排ガスの温度が上昇した後の高温域で窒素酸化物を放出する窒素酸化物吸着材を用いて前処理する、

(2) 上記前処理した排ガスを、電気化学セルで処理する、
ことを特徴とする窒素酸化物の除去方法。

【請求項 2】 室温から電気化学セルの動作温度までの低温域で窒素酸化物を吸着し、当該動作温度以上の高温域で窒素酸化物を放出する窒素酸化物吸着材を用いて前処理する、請求項 1 記載の窒素酸化物の除去方法。

【請求項 3】 室温から 4 0 0℃までの低温域で窒素酸化物を吸着し、4 0 0℃を越える高温域で窒素酸化物を放出する窒素酸化物吸着材を用いて前処理する、請求項 2 記載の窒素酸化物の除去方法。

【請求項 4】 窒素酸化物を分解あるいは除去する電気化学セルからなる電気化学セル部において、当該電気化学セルの上流部に窒素酸化物吸着材からなる窒素酸化物吸着部を設けたことを特徴とする窒素酸化物除去システム。

【請求項 5】 少なくとも、酸素イオン導電体の固体電解質、カソード、及びアノードの 3 層で構成される電気化学セルを用いて窒素酸化物を分解あるいは除去する装置であって、当該装置のガス流入前部に窒素酸化物吸着部を設けたことを特徴とする請求項 4 記載の窒素酸化物除去システム。

【請求項 6】 窒素酸化物吸着部が、室温から電気化学セルの動作温度までの低温域で窒素酸化物を吸着し、当該動作温度以上の高温域で窒素酸化物を放出する窒素酸化物吸着材からなることを特徴とする請求項 4 又は 5 記載の窒素酸化物除去システム。

【請求項 7】 窒素酸化物吸着部が、室温から 4 0 0℃までの低温域で窒素酸化物を吸着し、4 0 0℃を越える高温域で窒素酸化物を放出する窒素酸化物吸

着材料からなることを特徴とする請求項6記載の窒素酸化物除去システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、窒素酸化物の浄化を行う窒素酸化物の除去方法及びその除去システムに関するものであり、更に詳しくは、例えば、起動、停止を頻繁に行うリーンエンジン、ディーゼルエンジン等の燃焼器からの排気ガス中の窒素酸化物を、燃焼器の始動直後の排ガスが低温の時から確実に除去することを可能とする窒素酸化物の除去方法及びその除去システムに関するものである。

【0002】

【従来技術】

一般に、ガソリンエンジンから発生する窒素酸化物を浄化する方法は、現在、三元系触媒による方法が主流となっている。しかし、燃費向上を可能とするリーンバーンエンジンやディーゼルエンジンにおいては、燃焼排ガス中に酸素が過剰に存在するため、三元系触媒への酸素吸着による触媒活性の激減が問題となり、窒素酸化物を浄化することができない。一方、酸素イオン伝導性を有する固体電解質膜を用いて、そこへ電流を流すことにより、排ガス中の酸素を触媒表面に吸着させることなく除去することも行われている。また、触媒反応器として提案されているものとして、例えば、電極に両面を挟まれた固体電解質に電圧を印加することにより、表面酸素を除去すると同時に窒素酸化物を酸素と窒素に分解するシステムが知られている。

【0003】

ここで、先行技術文献をいくつか提示すると、J. Electrochemical Soc., 122, 869 (1975) には、酸化スカンジウムで安定化したジルコニアの両面に白金電極を形成し、電圧を印加することにより、窒素酸化物と酸素に分解することが示されている。また、J. Chem. Soc. Faraday Trans., 91, 1995 (1995) には、酸化イットリウムで安定化したジルコニアの両面に、パラジウム電極を形成し、電圧を印加することにより、窒素酸化物と炭化水素、酸素の混合ガス中において、窒素と酸素

に分解することが示されている。

【0004】

しかし、固体電解質膜を利用した電気化学セルでは、電圧を印加するだけで窒素酸化物を分解あるいは除去できるが、固体電解質のイオン伝導性を上げるためには、400℃以上の高温にしなければならないという問題がある。また、特に、燃焼器の始動直後の排ガスが低温時には、前記電気化学セルは、十分な能力を発揮せず、窒素酸化物を一時的に除去できないという問題があり、特に、起動、停止を頻繁に行うリーンエンジン、ディーゼルエンジン等では、このことが重要な問題となる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

このような状況の中で、本発明者らは、上記従来技術に鑑みて、上記従来技術における諸問題を抜本的に解決して、燃焼器の始動直後の排ガスが低温の時から当該排ガス中の窒素酸化物を確実に除去することが可能な新しい窒素酸化物の除去方法及びその除去システムを開発することを目標として鋭意研究を進める過程で、室温から400℃までの低温域で窒素酸化物を吸着し、400℃を超える高温域で窒素酸化物を放出する窒素酸化物吸着材からなる窒素酸化物吸着部を電気化学セルの上流部に設けることにより所期の目的を達成し得ることを見出し、更に研究を重ねて、本発明を完成するに至った。

すなわち、本発明は、上記の電気化学セルによる排ガス中の窒素酸化物の除去技術における問題点を改善することを技術的課題としてなされたものであり、燃焼器の始動直後の排ガスが低温の時から当該排ガス中の窒素酸化物を確実に除去する方法及びその除去システムを提供することを目的とするものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】

前記課題を解決するための本発明は、以下の技術的手段から構成される。

(1) 窒素酸化物を分解あるいは除去する電気化学セルにより排ガス中の窒素酸化物を除去する方法であって、

(a) 燃焼器からの排ガスを、予め、当該排ガスの温度が上昇するまでの低温域

で窒素酸化物を吸着し、排ガスの温度が上昇した後の高温域で窒素酸化物を放出する窒素酸化物吸着材を用いて前処理する、

(b) 上記前処理した排ガスを、電気化学セルで処理する、
ことを特徴とする窒素酸化物の除去方法。

(2) 室温から電気化学セルの動作温度までの低温域で窒素酸化物を吸着し、当該動作温度以上の高温域で窒素酸化物を放出する窒素酸化物吸着材を用いて前処理する、前記(1)記載の窒素酸化物の除去方法。

(3) 室温から400℃までの低温域で窒素酸化物を吸着し、400℃を越える高温域で窒素酸化物を放出する窒素酸化物吸着材を用いて前処理する、前記(2)記載の窒素酸化物の除去方法。

(4) 窒素酸化物を分解あるいは除去する電気化学セルからなる電気化学セル部において、当該電気化学セルの上流部に窒素酸化物吸着材からなる窒素酸化物吸着部を設けたことを特徴とする窒素酸化物除去システム。

(5) 少なくとも、酸素イオン導電体の固体電解質、カソード、及びアノードの3層で構成される電気化学セルを用いて窒素酸化物を分解あるいは除去する装置であって、当該装置のガス流入前部に窒素酸化物吸着部を設けたことを特徴とする前記(4)記載の窒素酸化物除去システム。

(6) 窒素酸化物吸着部が、室温から電気化学セルの動作温度までの低温域で窒素酸化物を吸着し、当該動作温度以上の高温域で窒素酸化物を放出する窒素酸化物吸着材からなることを特徴とする前記(4)又は(5)記載の窒素酸化物除去システム。

(7) 窒素酸化物吸着部が、室温から400℃までの低温域で窒素酸化物を吸着し、400℃を越える高温域で窒素酸化物を放出する窒素酸化物吸着材料からなることを特徴とする前記(6)記載の窒素酸化物除去システム。

【0007】

【発明の実施の形態】

次に、本発明について更に詳細に説明する。

本発明の方法は、窒素酸化物を分解あるいは除去する電気化学セルにより排ガス中の窒素酸化物を除去する方法であって、燃焼器からの排ガスを、予め、当該

排ガスの温度が上昇するまでの低温域で窒素酸化物を吸着し、排ガスの温度が上昇した後の高温域で窒素酸化物を放出する窒素酸化物吸着材を用いて前処理すること、上記前処理した排ガスを、電気化学セルで処理すること、を特徴とする窒素酸化物の除去方法、である。また、本発明のシステムは、窒素酸化物を分解あるいは除去する電気化学セルからなる電気化学セル部において、当該電気化学セルの上流部に窒素酸化物吸着材からなる窒素酸化物吸着部を設けたことを特徴とする窒素酸化物除去システム、である。

【0008】

上記窒素酸化物吸着材料としては、室温から電気化学セルの動作温度までの低温域で窒素酸化物を吸着し、当該動作温度以上の高温域で窒素酸化物を放出する機能を有する窒素酸化物吸着材、好適には、例えば、室温から400℃までの低温域で窒素酸化物を吸着し、400℃を越える高温域で窒素酸化物を放出する窒素酸化物吸着材を用いることが好ましい。すなわち、燃焼器の始動直後の排ガスの温度が室温から400℃までは、電気化学セルの固体電解質の温度が低いために、そのイオン伝導度が小さい状態にある。そこで、本発明では、室温から400℃までの低温域で前記窒素酸化物吸着材によって排気ガス中の窒素酸化物が吸着され、排気ガスの温度が上昇して400℃を越える高温域で前記窒素酸化物吸着材に吸着した窒素酸化物が放出されるようにすることで、その間に、その熱によって電気化学セルの固体電解質の温度も上昇し、そのイオン伝導度が高くなり、窒素酸化物を分解できるようになるので、その段階で、前記窒素酸化物吸着材から放出された窒素酸化物は、電気化学セルで分解される。

【0009】

本発明において、上記窒素酸化物吸着部に使用される窒素酸化物吸着材としては、好適には、例えば、活性炭、ゼオライト、シリカゲル、アルカリ金属含有シリカあるいはアルミナ、アルカリ土類金属含有シリカあるいはアルミナ、塩基性珪藻土、アルカリ土類金属含有の酸化銅及び酸化鉄、遷移金属含有ジルコニア、酸化マンガン化合物等が例示される。しかし、本発明では、上記窒素酸化物吸着材は、これらに制限されるものではなく、所定の温度で窒素酸化物を吸着し、所定の温度で窒素酸化物を放出するものであれば、これらと同様に使用することが

できる。また、本発明では、これらの材料を適宜組み合わせる任意の吸着及び放出特性を有する窒素酸化物吸着材を構築し、使用することができる。

【0010】

本発明において、上記窒素酸化物吸着部に使用される窒素酸化物吸着材の形態としては、好適には、粉末、多孔体、発泡体、あるいはハニカムが例示されるが、これらに制限されない。粉末の場合には、吸着材は、例えば、セラミックスハニカムあるいは金属ハニカムに担持して使用することができる。同様に、多孔体あるいは発泡体の場合には、これらを粉砕してハニカムに担持し使用することができるが、それらの使用形態は特に制限されない。本発明において、上記電気化学セルは、少なくとも、酸素イオン導伝体の固体電解質、カソード、及びアノード電極の3層で構成され、これらの電極間に電圧を印加することにより、窒素酸化物を電気化学的に窒素と酸素に還元する機能を有するものであれば適宜のものが用いられる。当該電気化学セルによる窒素酸化物の分解は、使用されている固体電解質の酸素イオン伝導度に依存し、上記電気化学セルでは、例えば、400℃を越えると酸素イオン伝導度が高くなり、窒素酸化物を十分に分解することができる。しかしながら、燃焼器の始動直後の排ガスが低温時の400℃以下の低温域では固体電解質の酸素イオン伝導度が低く、窒素酸化物を十分に分解することができない。尚、本発明では、窒素酸化物吸着材は、使用する電気化学セルの動作温度を考慮して、当該動作温度に整合して、排ガス中の窒素酸化物を吸着／放出する機能を有するものを適宜選択して、使用することが望ましい。

【0011】

本発明において、上記電気化学セル部に使用される酸素イオン導伝体の固体電解質材料としては、酸素イオン導伝性を有するものであればよく、特に制限されないが、好適には、例えば、酸化イットリウム又は酸化スカンジウムで安定化したジルコニア、酸化ガドリニウム又は酸化サマリウムで安定化したセリア、ランタンガレイト等が例示される。また、本発明において、上記電気化学セル部に使用されるカソード材料としては、電子伝導性を有するものであればよく、特に制限されないが、好適には、例えば、金、銀、白金、パラジウム、ニッケル等の金属、酸化コバルト、酸化ニッケル、酸化銅、ランタンクロマイト、ランタンマン

ガナイト、ランタンコバルタイト等の金属酸化物が例示される。また、これらを電子伝導性物質とイオン導電性物質の混合、あるいは積層構造にして使用してもよい。

【0012】

更に、本発明において、上記電気化学セル部に使用されるアノード材料としては、電子伝導性を有するものであればよく、特に制限されないが、好適には、例えば、金、銀、白金、パラジウム、ニッケル等の金属、酸化コバルト、酸化ニッケル、酸化銅、ランタンクロマイト、ランタンマンガナイト、ランタンコバルタイト等の金属酸化物が例示される。また、これらを電子伝導性物質とイオン導電性物質の混合、あるいは積層構造にして使用してもよい。

【0013】

本発明の窒素酸化物除去システムを構成する窒素酸化物吸着部と電気化学セル部は、好適には、例えば、排気管で連結する。この場合、排気ガスの温度分布に合わせて、窒素酸化物吸着部と電気化学セル部を当該排気管で連結する間隔を任意に調整することができる。また、排気ガスの温度によっては、窒素酸化物吸着部と電気化学セル部を同室のユニット内に納めて一体的に形成してもよく、これらの構造は特に制限されない。また、これらの具体的な構成は、特に制限されるものではなく、その使用目的に応じて任意に設計することができる。

【0014】

【作用】

本発明は、燃焼器からの排ガスを、予め、当該排ガスの温度が上昇するまでの低温域で窒素酸化物を吸着し、排ガスの温度が上昇した後の高温域で窒素酸化物を放出する窒素酸化物吸着材を用いて前処理した後、当該前処理した排ガスを電気化学セルで処理することを特徴としている。本発明では、このような構成を採用することにより、燃焼器の始動直後の排ガスが低温時には排ガス中の窒素酸化物を上記窒素酸化物吸着材に吸着させ、排ガスの温度が上昇して電気化学セルの動作温度に達した段階で上記窒素酸化物を上記吸着材から放出させ、それにより、排ガス中の窒素酸化物を燃焼器の始動直後から確実に除去することができる。本発明は、所定の窒素酸化物吸着／放出特性を有する窒素酸化物吸着材を適宜選

択し、使用することにより、燃焼器の始動直後の排ガスが低温の時から、燃焼器からの排気ガス中の窒素酸化物を高い精度で、高効率で除去することが可能となるので、燃焼器の始動時から窒素酸化物の放出を抑えることができる。

【0015】

【実施例】

次に、実施例に基づいて本発明を具体的に説明するが、本発明は、これらの実施例のみに限定されるものではない。

実施例 1

(1) 窒素酸化物除去システムの構成

図 1 に、本発明の一実施形態に係わる窒素酸化物吸着部と電気化学セル部からなる窒素酸化物除去システムのシステム構成図を示す。燃焼器から出た排ガスは、窒素酸化物吸着部 1 を通り、電気化学セル部 2 に供給される。電気化学セル部 2 では、固体電解質のイオン伝導度が高い高温域では、導入された排ガス中の窒素酸化物を分解して浄化ガスとして排出する。燃焼器の始動時などの電気化学セル部の固体電解質の温度が低くてイオン伝導性が小さい間は、燃焼器から出た排ガス中の窒素酸化物は、窒素酸化物吸着部 1 で吸収され、窒素酸化物の排出を押さえる。窒素酸化物吸着部 1 で吸収された窒素酸化物は、排ガス温度が上昇し、電気化学セル部 2 の作動温度に達すると、窒素酸化物吸着部 1 から放出される。放出された窒素酸化物は、排ガス中の窒素酸化物とともに電気化学セル部 2 に供給され、当該電気化学セル部 2 で分解されて浄化ガスとして排出される。

【0016】

(2) 窒素酸化物の除去方法

窒素酸化物吸着部 1 の窒素酸化物吸着材を、リチウムシリケート発泡体とし、電気化学セル部 2 の固体電解質を、酸化イットリウムで安定化したジルコニアとし、カソードを酸化ニッケル、ニッケル、白金、酸化イットリウムで安定化したジルコニアの複合体とし、アノードを白金と酸化イットリウムで安定化したジルコニアとして、窒素酸化物の浄化実験を行った。一酸化窒素 1000 ppm、酸素 3 % を含んだヘリウムバランスのモデル排ガスを流量 50 ml/min で流した。電気化学セル部 2 は、上記の条件で 600℃ では 90 % 以上の窒素酸化物浄

化能を有する。電気化学セルに電圧を印加しながら、システムの温度を600℃まで10分間で昇温しながら、出口ガスの窒素酸化物濃度を化学発光式NO_x計で測定した。

【0017】

(3) 結果

上記構成を採用することにより、常温から400℃以下の低温域においても、90%以上の窒素酸化物の浄化率が得られた。一方、比較例として、窒素酸化物吸着部1を通さず、直接、電気化学セル部2にガスを供給し、同様の実験を行った結果、常温から400℃までは窒素酸化物の浄化率は0%であり、それ以上の高温域では浄化率が徐々に上昇し、600℃に達して、窒素酸化物の浄化率は90%を越えた。これらの結果は、本発明の方法及びシステムが、特に燃焼器の始動直後の排ガスが低温時の排ガス中の窒素酸化物の処理技術として有用であることを示すものである。

【0018】

【発明の効果】

以上詳述したように、本発明は、窒素酸化物の除去方法及びその除去システムに係るものであり、本発明により、以下のような効果が奏される。

- (1) 燃焼器からの排ガス中の窒素酸化物を確実に除去することができる。
- (2) 燃焼器の始動直後の排ガスが低温の時から当該排ガス中の窒素酸化物を処理することができる。
- (3) 本発明の窒素酸化物の除去方法及び除去システムでは、起動、停止を頻繁に行うリンエンジン、ディーゼルエンジン等の燃焼器からの排気ガス中の窒素酸化物をその起動時から除去することができる。
- (4) そのために、定常運転のみならず、非定常運転中でも燃焼器からの窒素酸化物の放出を確実に押さえることができ、それにより、環境負荷を顕著に低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の窒素酸化物吸着部と電気化学セル部からなる窒素酸化物除去システム

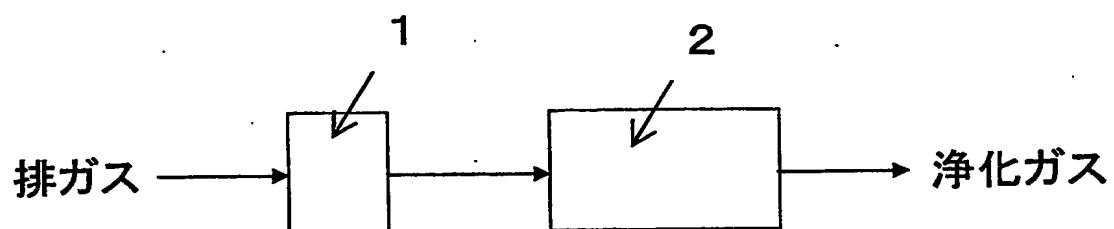
のシステム構成図の一例である。

【符号の説明】

- 1 窒素酸化物吸着部
- 2 電気化学セル部

【書類名】 図面

【図1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 固体電解質膜を利用した電気化学セルにより排ガス中の窒素酸化物を分解あるいは除去する方法及びシステムにおいて、燃焼器の始動時から排ガス中の窒素酸化物を除去する方法及びそのシステムを提供する。

【解決手段】 窒素酸化物を分解あるいは除去する電気化学セルにより排ガスの窒素酸化物を除去する方法であって、燃焼器からの排ガスを、予め、当該排ガスの温度が上昇するまでの低温域で窒素酸化物を吸着し、排ガスの温度が上昇した後の高温域で窒素酸化物を放出する窒素酸化物吸着材を用いて前処理すること、上記前処理した排ガスを、電気化学セルで処理すること、を特徴とする窒素酸化物の除去方法、及びその除去システム。

【選択図】 なし

【書類名】 手続補正書
【整理番号】 230N02078
【提出日】 平成14年 7月12日
【あて先】 特許庁長官 殿
【事件の表示】

【出願番号】 特願2002-204318
【補正をする者】

【識別番号】 301021533
【氏名又は名称】 独立行政法人産業技術総合研究所
【代表者】 吉川 弘之

【補正をする者】

【識別番号】 595167889
【氏名又は名称】 ファインセラミックス技術研究組合

【代理人】

【識別番号】 100102004
【弁理士】
【氏名又は名称】 須藤 政彦
【電話番号】 03-5202-7423

【手続補正 1】

【補正対象書類名】 特許願
【補正対象項目名】 その他
【補正方法】 変更

【補正の内容】

【その他】 国等以外の全ての者の持分の割合 050/100 国等の委託研究の成果に係る特許出願（平成14年度、経済産業省、新エネルギー・産業技術総合開発機構委託研究「シナジーセラミックス」、産業活力再生特別措置法第30条の適用を受けるもの）

【ブルーフの要否】 要

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [301021533]

1. 変更年月日	2001年 4月 2日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都千代田区霞が関1-3-1
氏 名	独立行政法人産業技術総合研究所

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [595167889]

1. 変更年月日	1995年11月 2日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都港区虎ノ門3丁目7番10号
氏 名	ファインセラミックス技術研究組合

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.